



PATENT
04020-P0005A WWW

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants	Wolfgang Dettman, et al.
Serial No. 10/667,552	Filing Date: September 19, 2003
Title of Application:	Photomask, In Particular Alternating Phase Shift Mask, With Compensation Structure
Confirmation No. 9996	Art Unit: 2836
Examiner	

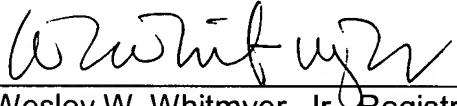
Commissioner for Patents
Post Office Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Submission of Priority Document

Dear Sir:

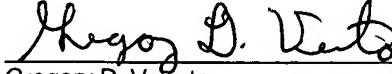
Applicants hereby submit a certified copy of the priority document,
German Application No. 102 45 159.1, to perfect Applicants' claim of priority.

Respectfully submitted,


Wesley W. Whitmyer, Jr., Registration No. 33,558
Attorney for Applicants
ST.ONGE STEWARD JOHNSTON & REENS LLC
986 Bedford Street
Stamford, CT 06905-5619
203 324-6155

Mailing Certificate: I hereby certify that this correspondence is today being deposited with the U.S. Postal Service as *First Class Mail* in an envelope addressed to:
Commissioner for Patents and Trademarks; Post Office Box 1450; Alexandria, VA
22313-1450.

February 23, 2004



Gregory D. Venuto

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 45 159.1

Anmeldetag: 27. September 2002

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, München/DE

Bezeichnung: Photomaske, insbesondere alternierenden Phasenmaske, mit Kompensationsstruktur

IPC: G 03 F 1/14

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. September 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Brosig', is written over a stylized, decorative flourish.

Beschreibung

Photomaske, insbesondere alternierende Phasenmaske, mit Kompensationsstruktur

5

Die Erfindung betrifft ein Maske, insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen, sowie ein Verfahren zur Masken-Herstellung, insbesondere zur Herstellung alternierender Phasenmasken, bzw. zur Herstellung chromloser bzw. durch Quarzätzung strukturierter Phasenmasken.

10

Zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen, insbesondere Silizium-Halbleiter-Bauelementen können z.B. sog. 15 photolithografische Verfahren verwendet werden.

20

Hierbei wird zunächst die Oberfläche eines entsprechenden - aus einkristallinem Silizium bestehenden - Wafers einem Oxidations-Prozess unterzogen, und dann auf die Oxidschicht eine lichtempfindliche Photolackschicht aufgebracht.

Daraufhin wird - unter Zwischenschaltung einer entsprechenden optischen Einrichtung - über dem Wafer eine Photomaske angeordnet, deren Struktur der jeweils auf dem Wafer zu schaffenden Struktur entspricht.

Als nächstes wird die Photomaske - und somit auch die entsprechende Struktur auf dem Photolack - belichtet, und dann die Photomaske wieder entfernt.

30

Wird dann der Photolack entwickelt, und einem Ätz-Prozess unterzogen, werden die belichteten Stellen des Photolacks (und die jeweils darunterliegenden Stellen der Oxidschicht) vom Wafer entfernt - die unbelichteten bleiben stehen.

35

Durch die freigelegten Fenster kann jetzt das einkristalline Silizium - z.B. mittels entsprechender Diffusions- oder

Ionenimplantationsprozesse - gezielt verunreinigt werden - beispielsweise können durch das Einbringen von 5-wertigen Atomen, z.B. Phosphor, n-leitende Gebiete, und das Einbringen von 3-wertigen Atomen, z.B. Bor, p-leitende Gebiete erzeugt werden.

5

Die mit herkömmlichen Photolithographieverfahren realisierbaren Strukturen können im Wellenlängenbereich des zur Belichtung verwendeten Lichts liegen.

10

Um noch kleinere Strukturen herzustellen, können - statt herkömmlicher Photomasken - z.B. sog. „alternierende Phasenmasken“ verwendet werden (Alt.-PSMs bzw. Alternating Phase Shift Masks), oder z.B. sog. chromlose bzw. (sonstige) 15 durch Quarätzung strukturierte Phasenmasken.

Alternierende Phasenmasken weisen z.B. eine Quarz-Schicht, und eine - über der Quarz-Schicht liegende - Schicht aus Chrom auf.

20

Zur Herstellung einer alternierenden Phasenmaske wird - mit Hilfe eines Ätz-, insbesondere Plasma-Ätz-Prozesses - zunächst die (oben liegende) Chrom-Schicht mit einer - der auf dem Wafer zu schaffenden Struktur entsprechenden - Struktur versehen (d.h. die Chrom-Schicht an den entsprechenden Stellen vollständig entfernt).

Daraufhin wird (mit Hilfe eines weiteren Ätz-, insbesondere Plasma-Ätz-Prozesses) zusätzlich - nur jeweils an jeder

30

zweiten der geschaffenen Struktur-Linien - die Quarz-Schicht bis zu einer vorbestimmten Tiefe hin entfernt (so dass die hierdurch erzeugte Quarz-Schicht-Struktur - alternierend (abwechselnd) - mehr oder weniger tief ist).

35

Wird eine derartige Maske als Photomaske bei der Belichtung eines Silizium-Wafers verwendet, kann erreicht werden, dass jeweils benachbarte Struktur-Linien - und damit entsprechend

mehr oder weniger tiefe Quarz-Schichten - durchlaufende Lichtwellen gegeneinander um 180° phasenverdreht werden, wodurch - aufgrund von Interferenz-Effekten zwischen den Lichtwellen - entsprechend schärfer abgegrenzte Intensitäts-
5 Maxima der Lichtwellen auf dem Silizium-Wafer erzeugt werden können, als bei der Verwendung herkömmlicher Photomasken.

Deshalb können mit einer alternierenden Phasenmaske relativ
10 enge bzw. kleine Strukturen auf dem Silizium-Wafer realisiert werden.

 Voraussetzung ist allerdings, dass - über die gesamte Fläche der alternierenden Phasenmaske - i) die Struktur-Linien-Breite möglichst exakt konstant groß ist, und ii) auch die
15 Struktur-Linien-Tiefe möglichst exakt konstant groß ist.

Im Stand der Technik wird an den Randbereichen der alternierenden Phasenmaske die Chrom- und die Quarz-Schicht komplett stehengelassen (da bei den bei der späteren
20 Belichtung der alternierenden Phasenmaske unter den Phasenmasken-Randbereichen liegenden Bereichen des Wafers keine Bauelemente gefertigt werden sollen, d.h. diese Bereiche nicht belichtet werden müssen).

 Dies hat zur Folge, dass bei der Herstellung der alternierenden Phasenmaske, insbesondere bei den o.g. Ätz- bzw. Plasma-Ätz-Prozessen die jeweilige Prozess-Umgebung für die im Inneren der Phasenmaske liegende Bereiche anders ist, als für die nahe an den Randbereichen liegenden Bereiche.
30

Diese Unterschiede bei der Prozess-Umgebung können z.B. zu einer systematischen Abweichung der durch die o.g. Ätz- bzw. Plasma-Ätz-Prozesse erzeugten Quarz-Ätz- bzw. Struktur-Linien-Tiefen führen.

Die Erfindung hat zur Aufgabe, eine neuartige Maske, insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen, sowie ein neuartiges Verfahren zur Masken-Herstellung, insbesondere zur Herstellung alternierender Phasenmasken, bzw. chromloser bzw. durch Quarzätzung strukturierter Phasenmasken zur Verfügung zu stellen.

Sie erreicht dieses und weitere Ziele durch die Gegenstände der Ansprüche 1 und 18.

10

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Gemäß einem Grundgedanken der Erfindung wird eine Maske, insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen zur Verfügung gestellt, mit mindestens einem Produkt-Feld-Bereich, und einer - außerhalb des Produkt-Feld-Bereichs liegenden - Kompensations-Struktur, wobei die Kompensations-Struktur mindestens einen elektrisch leitenden Bereich aufweist, der mit dem Produkt-Feld-Bereich elektrisch verbunden ist.

Besonders vorteilhaft erstreckt sich - vom Produkt-Feld-Bereich aus betrachtet - der elektrisch leitende Bereich bahnförmig nach außen hin, und zwar insbesondere über die gesamte Breite der Kompensations-Struktur.

Durch die hierdurch erreichte elektrische Verbindung des Produkt-Feld-Bereichs mit einem außen liegenden Bereich der Maske werden elektrostatische Aufladungen minimiert, und dadurch eine erhöhte Konstanz der Prozessbedingungen bei der Durchführung der Ätz- bzw. Plasma-Ätz-Prozesse erreicht (wodurch die Fertigungsgenauigkeit erhöht werden kann).

35 Bevorzugt weist die Bahn (bzw. weisen die Bahnen) des elektrisch leitenden Bereichs eine Breite zwischen 1 μm und

50 μm , insbesondere zwischen 5 μm und 25 μm , z.B. ca. 10 μm auf.

5 Durch die o.g. Kompensations-Struktur 5 - und insbesondere
auch die o.g., darin zusätzlich vorgesehene Leitungs-Bahn
bzw. -Bahn - wird verhindert, dass bei den o.g. Ätz-,
insbesondere Plasma-Ätz-Prozessen die jeweilige Prozess-
Umgebung für die im Inneren des Produkt-Feld-Bereichs
liegenden Bereiche anders ist, als für die nahe an den
10 Randbereichen des Produkt-Feld-Bereichs liegenden Bereiche.

15 Dadurch wird erreicht, dass - über die gesamte Fläche der
alternierenden Phasenmaske (bzw. des Produkt-Feld-Bereichs) -
die Struktur-Linien-Weite, und die Struktur-Linien-Tiefen
relativ exakt jeweils konstant groß sind.

20 Im folgenden wird die Erfindung anhand eines
Ausführungsbeispiels und der beigefügten Zeichnung näher
erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Figur 1 eine schematische Querschnitt-Ansicht eines
Abschnitts einer alternierenden Phasenmaske;

25 Figur 2 eine schematische Ansicht der alternierenden
Phasenmaske von oben;

30 Figur 3 eine schematische Detailansicht eines weiteren
Abschnitts der in Figur 1 und 2 gezeigten alternierenden
Phasenmaske von oben;

Figur 4 eine schematische Detailansicht des in Figur 3
gezeigten Abschnitts der alternierenden Phasenmaske von oben,
nach Herstellung eines Chrom-Gitter-Netzes;

35 Figur 5 eine schematische Detailansicht des in Figur 3 und
4 gezeigten Abschnitts der alternierenden Phasenmaske von

oben, nach zusätzlicher Herstellung alternierender Quarz-Vertiefungen;

5 Figur 6 eine schematische Querschnitt-Ansicht eines Abschnitts einer chromlosen Phasenmaske; und

Figur 7 eine schematische Querschnitt-Ansicht eines Abschnitts einer CPL-Phasenmaske.

10

In Figur 1 ist eine schematische Querschnitt-Ansicht eines Abschnitts einer alternierenden Phasenmaske 1 (Alt.-PSM bzw. Alternating Phase Shift Mask) gezeigt.

15 Die alternierende Phasenmaske 1 ist aus zwei Schichten aufgebaut, und zwar einer - unten liegenden - Quarz-Schicht 2, und einer - über der Quarz-Schicht 2 liegenden - Chrom-Schicht 3.

20 Bei der Herstellung der alternierenden Phasenmaske 1 wird zunächst die (oben liegende) Chrom-Schicht 3 mit einer - der später auf dem Wafer zu schaffenden Struktur entsprechenden - Struktur versehen, wobei - mit Hilfe eines Ätz-, insbesondere Plasma-Ätz-Prozesses - die Chrom-Schicht 3 an den entsprechenden Stellen vollständig entfernt wird (vgl. z.B. die in Figur 1 gezeigten - zwischen den stehengebliebenen Chrom-Stellen liegenden - Struktur-Linien 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f).

25 30 Daraufhin wird - zusätzlich - und zwar nur jeweils an jeder zweiten der geschaffenen Struktur-Linien 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, mit Hilfe eines entsprechenden, weiteren Ätz-, insbesondere Plasma-Ätz-Prozesses die Quarz-Schicht 2 bis zu einer vorbestimmten Gesamt-Tiefe t_1 hin wegätzzt.

35

An den Struktur-Linien 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f weist die Quarz-Schicht 2 somit alternierend (abwechselnd) entweder

eine - relativ geringe - Gesamt-Tiefe t_0 auf, oder eine - relativ hohe - Gesamt-Tiefe t_1 .

Wie in Figur 1 weiter veranschaulicht ist, können die
5 Struktur-Linien 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f z.B. jeweils eine Weite c von ca. 50 nm - 600 nm, bzw. 100 - 250 nm aufweisen, wobei die Weite c - abhängig von der später zwischen einen entsprechenden Wafer und die Phasenmaske geschalteten optischen Einrichtung - z.B. einem Viertel der Breite von -
10 später - mit Hilfe der alternierenden Phasenmaske auf dem Wafer zu fertigenden Leiterbahnen entsprechen kann.

Wird die alternierende Phasenmaske 1 auf den Silizium-Wafer aufgelegt, und dann belichtet, wird erreicht, dass jeweils
15 benachbarte Struktur-Linien 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f - und damit entsprechend mehr oder weniger tiefe Stellen der Quarz-Schicht 2 - durchlaufende Lichtwellen gegeneinander um 180° phasenverdreht werden, wodurch - aufgrund von Interferenz-Effekten zwischen den Lichtwellen - entsprechend schärfer
20 abgegrenzte Intensitäts-Maxima der Lichtwellen auf dem Silizium-Wafer erzeugt werden können, als bei der Verwendung herkömmlicher Photomasken.

Deshalb können mit der alternierenden Phasenmaske 1 relativ
25 enge bzw. kleine Strukturen auf dem Silizium-Wafer realisiert werden.

Voraussetzung ist allerdings, dass - über die gesamte Fläche der alternierenden Phasenmaske 1 - die Struktur-Linien-Weite c, und die Struktur-Linien-Tiefen t_0 bzw. t_1 jeweils möglichst exakt konstant groß sind.

Dies wird - wie im folgenden noch genauer erläutert wird - beim vorliegenden Ausführungsbeispiel dadurch erreicht, dass
35 - wie z.B. in Figur 2 schematisch veranschaulicht ist - an den Randbereichen der alternierenden Phasenmaske 1 eine -

speziell ausgestaltete - Kompensations-Struktur 5 vorgesehen ist.

5 Statt der in Figur 1 gezeigten alternierenden Phasenmaske 1 kann alternativ auch z.B. eine - in Figur 6 gezeigte - chromlose Phasenmaske 1', oder z.B. eine - in Figur 7 gezeigte - CPL- (chromeless phase etch lithography-) Phasenmaske 1'' verwendet werden, die jeweils eine entsprechende, gemäß der Darstellung unten entsprechend 10 speziell ausgestaltete Kompensations-Struktur 5 aufweisen, wie die in Figur 1 gezeigte alternierende Phasenmaske 1.

Bei der Herstellung der - in Figur 6 gezeigten - chromlosen Phasenmaske 1' wird zunächst - entsprechend wie bei der in 15 Figur 1 gezeigten alternierenden Phasenmaske 1 - eine (oben liegende) Chrom-Schicht, und eine darunter liegende Quarz-Schicht 2' mit einer entsprechenden Struktur versehen, dann aber - anders als bei der alternierenden Phasenmaske 1 - die Chrom-Schicht (an den auf der chromlosen Phasenmaske 1' 20 vorgesehenen Produkt-Feld-Bereichen) vollständig entfernt.

25 Auf entsprechende Weise wird auch bei der Herstellung der - in Figur 7 gezeigten - CPL-Phasenmaske 1'' eine (oben liegende) Chrom-Schicht, und eine darunter liegende Quarz-Schicht 2'' mit einer entsprechenden Struktur versehen, und dann die Chrom-Schicht an den auf der CPL-Phasenmaske 1'' vorgesehenen Produkt-Feld-Bereichen vollständig entfernt.

30 Die auf der CPL-Phasenmaske 1'' und der chromlosen Phasenmaske 1' geschaffenen Struktur-Linien können - entsprechend wie bei der alternierenden Phasenmaske 1 - z.B. jeweils eine Weite c von ca. 50 nm - 600 nm, bzw. 100 - 250 nm aufweisen.

35 Dabei sind bei der CPL-Phasenmaske 1'' die Abstände g zwischen den Struktur-Linien wesentlich kleiner, als bei der chromlosen Phasenmaske 1' (z.B. können die Abstände g

lediglich zwischen z.B. 50 nm und 200 nm, insbesondere 80 nm und 130 nm betragen).

5 Gemäß Figur 2 ist die Kompensations-Struktur 5 im wesentlichen rahmenförmig ausgestaltet, und liegt an den äußereren Randbereichen der alternierenden Phasenmaske 1 (bzw. der chromlosen Phasenmaske 1' bzw. CPL-Phasenmaske 1'').

10 Die Kompensations-Struktur 5 umschließt mehrere, auf der alternierenden Phasenmaske 1 vorgesehene Produkt-Feld-Bereiche 6a, 6b, 6c, 6d.

15 Die Produkt-Feld-Bereiche 6a, 6b, 6c, 6d - bzw. die entsprechende Chrom- und Quarz-Schicht 2, 3 - sind auf an sich bekannte Weise derart - und entsprechend wie z.B. in Figur 1 gezeigt - mit einer Struktur bzw. mit Struktur-Linien 4a, 4b, 4c, 4d versehen, dass an den - später - bei der Belichtung der alternierenden Phasenmaske 1 unter den Produkt-Feld-Bereichen 6a, 6b, 6c, 6d liegenden Bereichen des 20 Silizium-Wafers entsprechende Bauelemente gefertigt werden.

25 Demgegenüber liegen - später - bei der Belichtung der alternierenden Phasenmaske 1 unter der an den Phasenmasken-Randbereichen liegenden Kompensations-Struktur 5 Wafer-Bereiche, an denen keine Bauelemente gefertigt werden sollen.

In Figur 3 ist eine schematische Detailansicht eines Abschnitts A der alternierenden Phasenmaske 1 gezeigt.

30 Gemäß Figur 3 kann die Breite b der Kompensations-Struktur 5 z.B. zwischen 2 mm und 10 mm, insbesondere z.B. 5 mm betragen, und der Abstand a zwischen der Kompensations-Struktur 5, und dem entsprechenden Produkt-Feld-Bereich 6a z.B. zwischen 1 mm und 6 mm, insbesondere z.B. 3 mm.

35 Wie in Figur 4 veranschaulicht ist, wird - wie im folgenden noch genauer erläutert wird - bei der Herstellung der

Kompensations-Struktur 5 zunächst die - oben liegende - Chrom-Schicht 3 an den entsprechenden Randbereichen der alternierenden Phasenmaske 1 derart bearbeitet, dass ein Chrom-Gitter-Netz 7 entsteht.

5

Hierzu wird - auf an sich bekannte Weise - eine strahlungsempfindliche Schicht, insbesondere ein entsprechender Lack, auf die alternierende Phasenmaske 1 aufgebracht, und diese bzw. dieser dann - an speziellen Stellen - belichtet.

10

Und zwar erfolgt - wie in Figur 4 veranschaulicht ist - die Belichtung der strahlungsempfindlichen Schicht bzw. des Lacks an den - zwischen den Bahnen 8a, 8b des zu schaffenden Chrom-Gitter-Netzes 7 liegenden - (hier z.B. quadratischen, alternativ z.B. rechteckförmigen, in Figur 4 schraffierten) (Belichtungs-) Bereichen 9a, 9b; an den Stellen der zu schaffenden Chrom-Gitter-Netz-Bahnen 8a, 8b bleibt die alternierende Phasenmaske 1 unbelichtet.

15

Die Länge e und/oder die Breite f der quadratischen (bzw. rechteckförmigen) (Belichtungs-) Bereiche 9a, 9b kann dabei z.B. jeweils zwischen 50 μm und 400 μm betragen, insbesondere z.B. zwischen 100 μm und 300 μm , z.B. 190 μm .

20

Als nächstes wird - mit Hilfe eines Ätz-, insbesondere

Plasma-Ätz-Prozesses - an den entsprechenden, quadratischen

Belichtungs-Bereichen 9a, 9b die strahlungsempfindliche

Schicht bzw. der Lack, und die darunterliegende Chrom-Schicht

25

30 3 vollständig, d.h. bis zur darunterliegenden Quarz-Schicht 2 hinunter, weggeätzt - die unbelichteten Stellen der alternierenden Phasenmaske 1, d.h. die Bahnen 8a, 8b des Chrom-Gitter-Netzes 7 bleiben stehen.

35

Bei den o.g. Verfahrensschritten wird - gleichzeitig - auf an sich bekannte Weise, und entsprechend wie oben in Zusammenhang mit Figur 1 beschrieben, an den entsprechenden

Stellen der Produkt-Feld-Bereiche 6a, 6b, 6c, 6d die Chrom-Schicht 3 mit einer entsprechenden (zur Herstellung entsprechender Bauelemente dienender) Struktur versehen (indem der Lack entsprechend belichtet, und - mit Hilfe des 5 o.g. Ätz-, insbesondere Plasma-Ätz-Prozesses - die Chrom-Schicht 3 an den entsprechenden Stellen vollständig entfernt wird).

Demgegenüber wird der Lack an dem - zwischen dem Bereich der 10 Kompensations-Struktur 5, und den Produkt-Feld-Bereichen 6a, 6b, 6c, 6d liegenden - Zwischen-Bereich 10 nicht belichtet, d.h. beim o.g. Ätz-, insbesondere Plasma-Ätz-Prozess stehen 15 gelassen.

15 Durch die Bahnen 8a, 8b des Chrom-Gitter-Netzes 7 wird (unter Zwischenschaltung des Zwischen-Bereichs 10) eine leitende Verbindung der Produkt-Feld-Bereiche 6a, 6b, 6c, 6d nach außen hin, insbesondere mit den Phasenmasken-Randbereichen geschaffen; insbesondere wird verhindert, dass die Produkt- 20 Feld-Bereiche 6a, 6b, 6c, 6d durch die Kompensations-Struktur 5 - nach außen hin - elektrisch isoliert werden.

25 Hierzu ist eine - entsprechend hohe - Anzahl an von den Produkt-Feld-Bereichen 6a, 6b, 6c, 6d bzw. dem Zwischen-Bereich 10 weg nach außen verlaufenden Chrom-Bahnen 8a, 8b vorgesehen (z.B. verlaufen - bezogen auf Figur 2 - jeweils vom oberen, unteren, rechten und linken Teil-Abschnitt 10a, 10b, 10c, 10d des Zwischen-Bereichs 10 jeweils mehr als 10, insbesondere mehr als 100, 1.000 bzw. 10.000 Chrom-Bahnen 8a, 30 8b jeweils nach oben-äußen, unten-äußen, rechts-äußen bzw. links-äußen hin weg).

Die Bahnen 8a, 8b des Chrom-Gitter-Netzes 7 können z.B. jeweils eine - konstante - Breite d von ca. 1 μm - 50 μm , 35 insbesondere 5 μm - 25 μm , z.B. 10 μm aufweisen (d.h. die Breite d der am Bereich der Kompensations-Struktur 5 geschaffenen Chrom-Gitter-Netz-Bahnen 8a, 8b kann wesentlich

größer sein, als die Weite c der an den Produkt-Feld-Bereichen 6a, 6b, 6c, 6d geschaffenen Strukturen bzw. Struktur-Linien 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f).

5

Nachdem - auf die oben beschrieben Weise - die alternierende Phasenmaske 1 im Kompensations-Struktur-Bereich 5 mit dem o.g. Chrom-Gitter-Netz 7 versehen worden ist, wird - wie in Figur 5 veranschaulicht ist, und wie im folgenden noch 10 genauer erläutert wird - die Quarz-Schicht 2 bearbeitet.

Und zwar wird - auf an sich bekannte Weise - erneut eine strahlungsempfindliche Schicht, insbesondere ein entsprechender Lack, auf die alternierende Phasenmaske 1 15 aufgebracht, und diese bzw. dieser dann - an speziellen Stellen - belichtet.

Und zwar erfolgt - wie in Figur 5 veranschaulicht ist - die Belichtung der strahlungsempfindlichen Schicht bzw. des Lacks 20 jeweils nur an bestimmten der zwischen den Bahnen 8a, 8b des Chrom-Gitter-Netzes 7 liegenden, quadratischen (Belichtungs-) Bereiche 9b (in Figur 5 schraffiert dargestellt) - die übrigen, zwischen den Bahnen 8a, 8b des Chrom-Gitter-Netzes 7 liegenden, quadratischen Bereiche 9a, und die Chrom-Gitter- 25 Netz-Bahnen 8a, 8b werden nicht belichtet.

Insbesondere wird in einer bestimmten, jeweils von mehreren, nebeneinanderliegenden quadratischen Bereichen 9b gebildeten Reihe 11 jeweils nur jeder zweite, quadratische Bereich 9b 30 belichtet, bzw. werden in jeweils jeder zweiten der jeweils von mehreren, untereinanderliegenden quadratischen Bereichen 9b gebildeten Spalten 12b sämtliche in der jeweiligen Spalte 12b enthaltenen quadratischen Bereiche 9b belichtet (in den übrigen Spalten 12a wird keiner der in der jeweiligen Spalte 35 12a enthaltenen quadratischen Bereiche 9a belichtet).

Als nächstes wird - mit Hilfe eines Ätz-, insbesondere Plasma-Ätz-Prozesses - an den - belichteten - quadratischen Bereichen 9b die strahlungsempfindliche Schicht bzw. der Lack, und die darunterliegende Quarz-Schicht 2 bis zur oben 5 bereits erwähnten, gewünschten Gesamt-Tiefe t_1 hin weggeätzt (d.h. entsprechend gleich tief wie an den entsprechenden Stellen in den Produkt-Feld-Bereichen 6a, 6b, 6c, 6d (s.u.)) - die unbelichteten Stellen der alternierenden Phasenmaske 1, d.h. die Bahnen 8a, 8b des Chrom-Gitter-Netzes 7, und die - 10 unbelichteten - quadratischen Bereiche 9a bleiben stehen.

Bei den o.g. Verfahrensschritten wird - gleichzeitig - auf an sich bekannte Weise, und entsprechend wie oben in Zusammenhang mit Figur 1 beschrieben, an den entsprechenden 15 Stellen der Produkt-Feld-Bereiche 6a, 6b, 6c, 6d, d.h. an jeweils jeder zweiten der geschaffenen Struktur-Linien 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, die Quarz-Schicht 2 - entsprechend gleich tief wie im Kompensations-Struktur-Bereich - bis zu der o.g., vorbestimmten Gesamt-Tiefe t_1 weggeätzt (indem der Lack 20 entsprechend belichtet, und dann der o.g. Ätz-, insbesondere Plasma-Ätz-Prozess durchgeführt wird).

Demgegenüber wird der Lack an dem - zwischen dem Bereich der Kompensations-Struktur 5, und den Produkt-Feld-Bereichen 6a, 25 6b, 6c, 6d liegenden - Zwischen-Bereich 10 nicht belichtet, d.h. beim o.g. Ätz-, insbesondere Plasma-Ätz-Prozess stehen gelassen.

Da die Bahnen 8a, 8b des Chrom-Gitter-Netzes 7 - wie oben 30 bereits erwähnt - ebenfalls nicht weggeätzt werden, bleibt die durch diese (unter Zwischenschaltung des Zwischen-Bereichs 10) geschaffene leitende Verbindung der Produkt-Feld-Bereiche 6a, 6b, 6c, 6d nach außen hin, insbesondere mit den Phasenmasken-Randbereichen, erhalten.

Mit der - rahmenförmigen - Kompensations-Struktur 5 können - bei den o.g. Ätz-, insbesondere Plasma-Ätz-Prozessen auftretende - Loading-Effekte verringert werden.

5 Insbesondere wird durch die Kompensations-Struktur 5 - und insbesondere auch das dort zusätzlich vorgesehene Chrom-Gitter-Netz 7 - verhindert, dass bei den o.g. Ätz-, insbesondere Plasma-Ätz-Prozessen die jeweilige Prozess-Umgebung für die im Inneren der jeweiligen Produkt-Feld-10 Bereiche 6a, 6b, 6c, 6d liegenden Bereiche anders ist, als für die nahe an den Randbereichen der Produkt-Feld-Bereiche 6a, 6b, 6c, 6d liegenden Bereiche.

15 Dadurch wird erreicht, dass - über die gesamte Fläche der alternierenden Phasenmaske 1 bzw. der Produkt-Feld-Bereiche 6a, 6b, 6c, 6d - die Struktur-Linien-Weite c, und die Struktur-Linien-Tiefen t_0 bzw. t_1 jeweils möglichst exakt konstant groß sind.

20 Durch die - durch das Chrom-Gitter-Netz 7 erreichte - elektrische Verbindung der Produkt-Feld-Bereiche 6a, 6b, 6c, 6d mit einem (ganz außen, um das Chrom-Gitter-Netz 7 herum) liegenden Bereich 13 der Phasenmaske 1 werden elektrostatische Aufladungen minimiert, und dadurch eine 25 weiter erhöhte Konstanz der Prozessbedingungen bei der Durchführung der Ätz-, insbesondere Plasma-Ätz-Prozesse erreicht (wodurch die Fertigungsgenauigkeit weiter erhöht werden kann).

30 Durch die entsprechende Wahl von z.B. der Anzahl an und/oder der Breite d der Bahnen 8a, 8b des Chrom-Gitter-Netzes 7, und/oder der Anzahl und/oder Größe der quadratischen bzw. rechteckförmigen (Belichtungs-)Bereiche 9a, 9b, und/oder der Breite b der Kompensations-Struktur 5, und/oder des Abstands 35 a zwischen der Kompensations-Struktur 5, und dem entsprechenden Produkt-Feld-Bereich 6a, etc., kann das o.g.

15

Verfahren entsprechend optimiert, z.B. optimal an den jeweils zu bearbeitenden Masken-Typ angepaßt werden.

5

10

15

20

25

30

35

Patentansprüche

5 1. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen, mit mindestens einem Produkt-Feld-Bereich (6a), und einer - außerhalb des Produkt-Feld-Bereichs (6a) liegenden - Kompensations-Struktur (5),
dadurch gekennzeichnet, daß die
10 Kompensations-Struktur (5) mindestens einen elektrisch leitenden Bereich (8b) aufweist, der mit dem Produkt-Feld-Bereich (6a) elektrisch verbunden ist.

2. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von
15 Halbleiter-Bauelementen nach Anspruch 1, bei welcher sich - vom Produkt-Feld-Bereich (6a) aus betrachtet - der elektrisch leitende Bereich (8b) bahnförmig nach außen hin erstreckt.

3. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von
20 Halbleiter-Bauelementen nach Anspruch 1 oder 2, bei welcher die Bahn (8b) des elektrisch leitenden Bereichs eine Breite (d) zwischen 1 nm und 30 mm bzw. 200 nm und 5 mm, insbesondere zwischen 1 μ m und 50 μ m, z.B. zwischen 5 μ m und 25 μ m aufweist.

25 4. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei welcher sich der elektrisch leitende Bereich (8b) im wesentlichen über die gesamte Breite (b) der Kompensations-
30 Struktur (5) erstreckt.

5. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit mehreren, insbesondere mehr als 10, 100, 1.000
35 bzw. 10.000 elektrisch leitenden, mit dem Produkt-Feld-Bereich (6a) elektrisch verbundenen Bereichen (8a, 8b).

6. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen nach Anspruch 5, bei welcher sich - vom Produkt-Feld-Bereich (6a) aus betrachtet - die elektrisch leitenden Bereiche (8a, 8b) jeweils bahnförmig nach außen hin erstrecken.

5

7. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen nach Anspruch 5 oder 6, bei welcher die mehreren elektrischen Bereiche (8a, 8b) eine Gitter-
10 Struktur bilden.

8. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welcher der bzw. die elektrisch leitenden
15 Bereiche (8a, 8b) aus Chrom ausgebildet sind.

9. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen nach einem der Ansprüche 5 bis 8, bei welcher zwischen den elektrisch leitenden Bereichen (8a, 8b)
20 elektrisch nicht leitende Bereiche (9a, 9b) angeordnet sind.

10. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen nach Anspruch 9, bei welcher mindestens zwei elektrisch nicht leitende Bereiche (9a, 9b)
25 mit unterschiedlicher Tiefe (t_0 , t_1) ausgestaltet sind.

11. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen nach Anspruch 10, bei welcher jeweils mehrere, nebeneinanderliegende, elektrisch nicht leitende
30 Bereiche (9a, 9b), insbesondere mehr als 3, 50 oder 500 nebeneinanderliegende, elektrisch nicht leitende Bereiche (9a, 9b) abwechselnd mit jeweils unterschiedlicher Tiefe (t_0 , t_1) ausgestaltet sind.

35 12. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen nach einem der Ansprüche 9 bis 11,

bei welcher die elektrisch nicht leitenden Bereiche (9a, 9b) aus Quarz ausgebildet sind.

13. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von
5 Halbleiter-Bauelementen nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei welcher die zwischen den elektrisch leitenden Bereichen (8a, 8b) angeordneten elektrisch nicht leitenden Bereiche (9a, 9b) einen rechteckförmigen, insbesondere quadratischen, oder einen runden bzw. ovalen Querschnitt aufweisen.

10

14. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welcher die Kompensations-Struktur (5) um den mindestens einen, oder um den mindestens einen, und um 15 weitere Produkt-Feld-Bereiche (6a, 6b) herum ausgebildet ist.

15. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen nach Anspruch 14, bei welcher die Kompensations-Struktur (5) rahmenförmig ist.

20

16. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welche eine Quarz- und/oder eine Chrom-Schicht (2, 3) aufweist.

25

17. Maske (1), insbesondere Photomaske zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Maske (1) eine alternierende Phasenmaske ist, oder eine chromlose bzw. eine CPL- (chromeless phase 30 etch lithography-) Phasenmaske.

35

18. Verfahren zur Masken-Herstellung, insbesondere zur Herstellung alternierender Phasenmasken, bzw. chromloser bzw. durch Quarzätzung strukturierter Phasenmasken, mit mindestens einem Produkt-Feld-Bereich (6a), und einer - außerhalb des Produkt-Feld-Bereichs (6a) liegenden - Kompensations-Struktur (5),

dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren den Schritt aufweist: Versehen der Kompensations-Struktur (5) mit mindestens einem elektrisch leitenden Bereich (8b), der - im fertigen Zustand der Maske - mit dem 5 Produkt-Feld-Bereich (6a) elektrisch verbunden ist.

Zusammenfassung

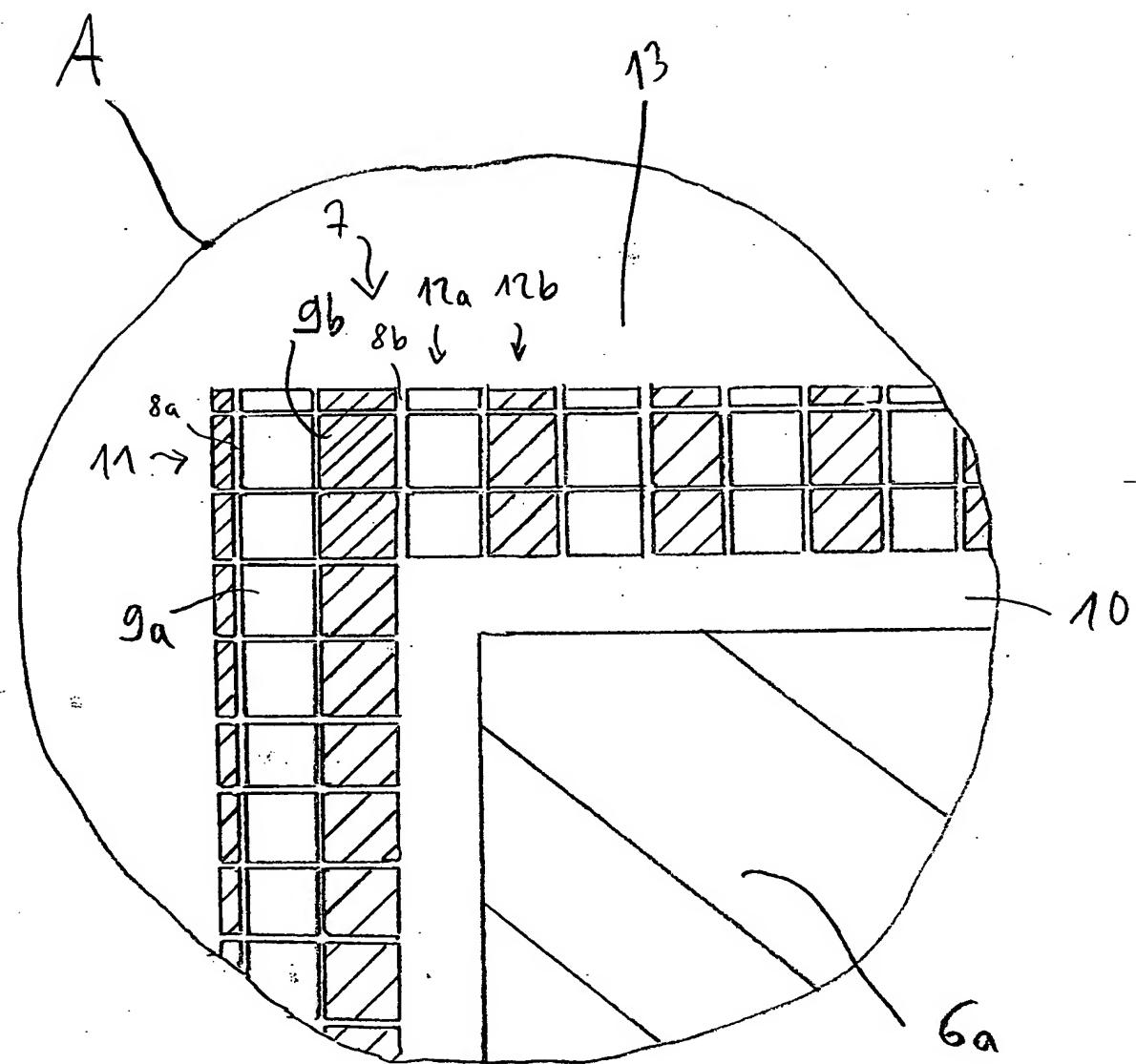
Photomaske, insbesondere alternierende Phasenmaske, mit Kompensationsstruktur

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Masken-Herstellung, insbesondere zur Herstellung alternierender Phasenmasken (1), bzw. chromloser bzw. durch Quarzätzung strukturierter Phasenmasken, sowie eine Maske (1), insbesondere Photomaske 10 zur Herstellung von Halbleiter-Bauelementen, mit mindestens einem Produkt-Feld-Bereich (6a), und einer - außerhalb des Produkt-Feld-Bereichs (6a) liegenden - Kompensations-Struktur (5), wobei die Kompensations-Struktur (5) mindestens einen elektrisch leitenden Bereich (8b) aufweist, der mit dem 15 Produkt-Feld-Bereich (6a) elektrisch verbunden ist.

- Figur 5 -

Zusammenfassung



Bezugszeichenliste

1	alternierende Phasenmaske
1'	chromlose Phasenmaske
5 1''	CPL-Phasenmaske
2	Quarz-Schicht
2'	Quarz-Schicht
2''	Quarz-Schicht
3	Chrom-Schicht
10 4a	Struktur-Linie
4b	Struktur-Linie
4c	Struktur-Linie
4d	Struktur-Linie
4e	Struktur-Linie
15 4f	Struktur-Linie
5	Kompensations-Struktur
6a	Produkt-Feld-Bereich
6b	Produkt-Feld-Bereich
6c	Produkt-Feld-Bereich
20 6d	Produkt-Feld-Bereich
7	Chrom-Gitter-Netz
8a	Chrom-Gitter-Netz-Bahn
8b	Chrom-Gitter-Netz-Bahn
9a	Belichtungs-Bereich
25 9b	Belichtungs-Bereich
10	Zwischen-Bereich
11	Reihe
12a	Spalte
12b	Spalte
30 13	Phasenmasken-Außen-Bereich

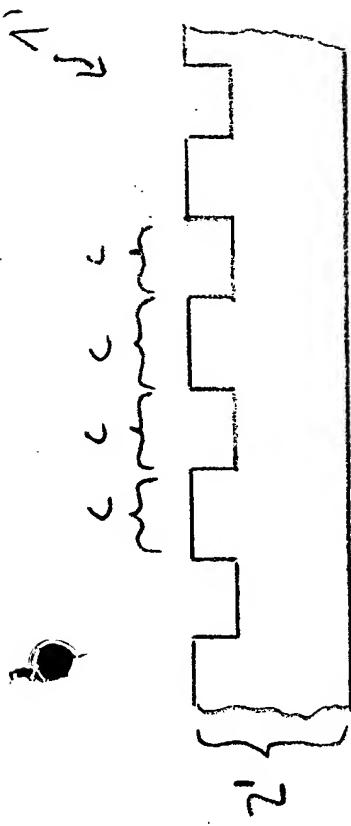


Fig. 6

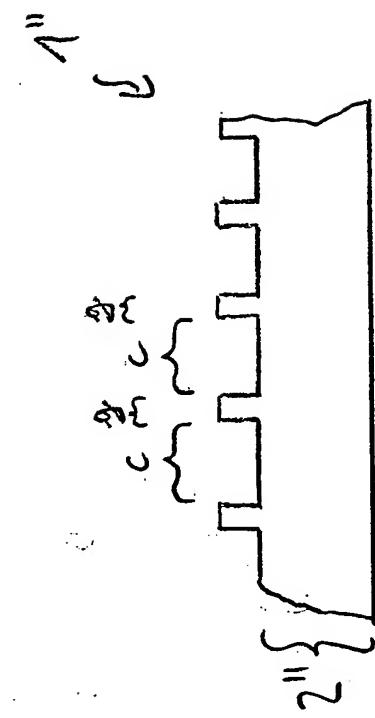
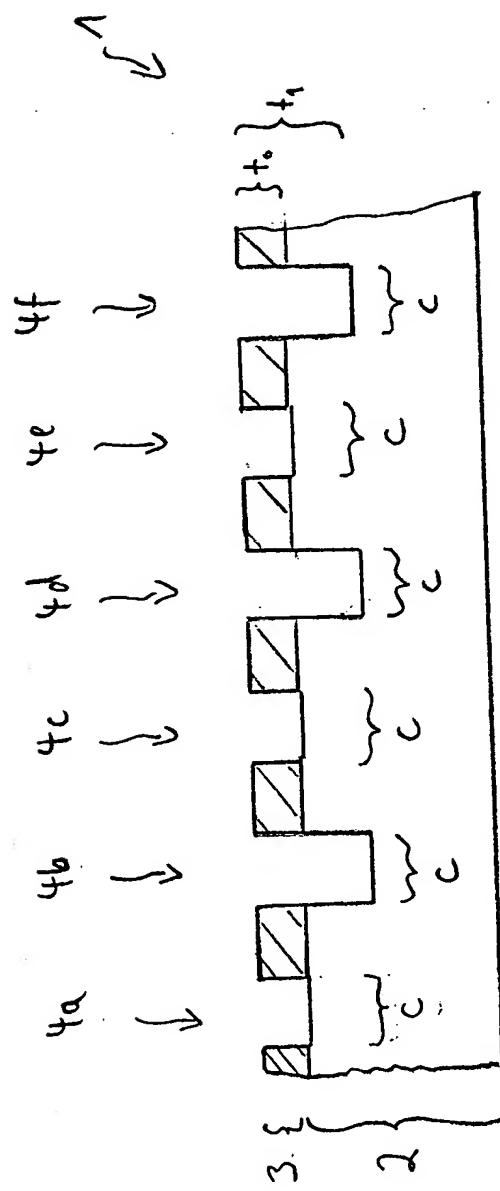


Fig. 7

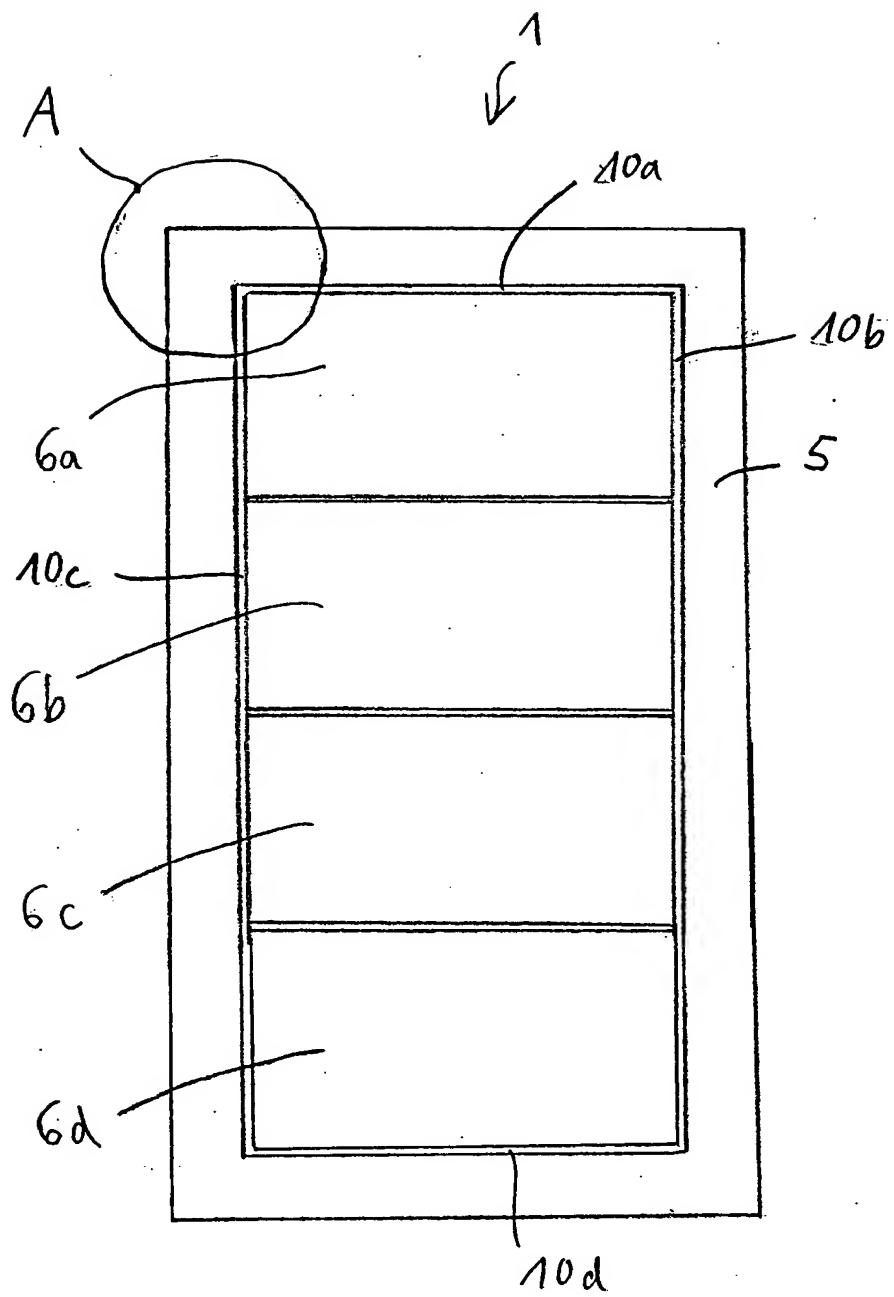


Fig. 2

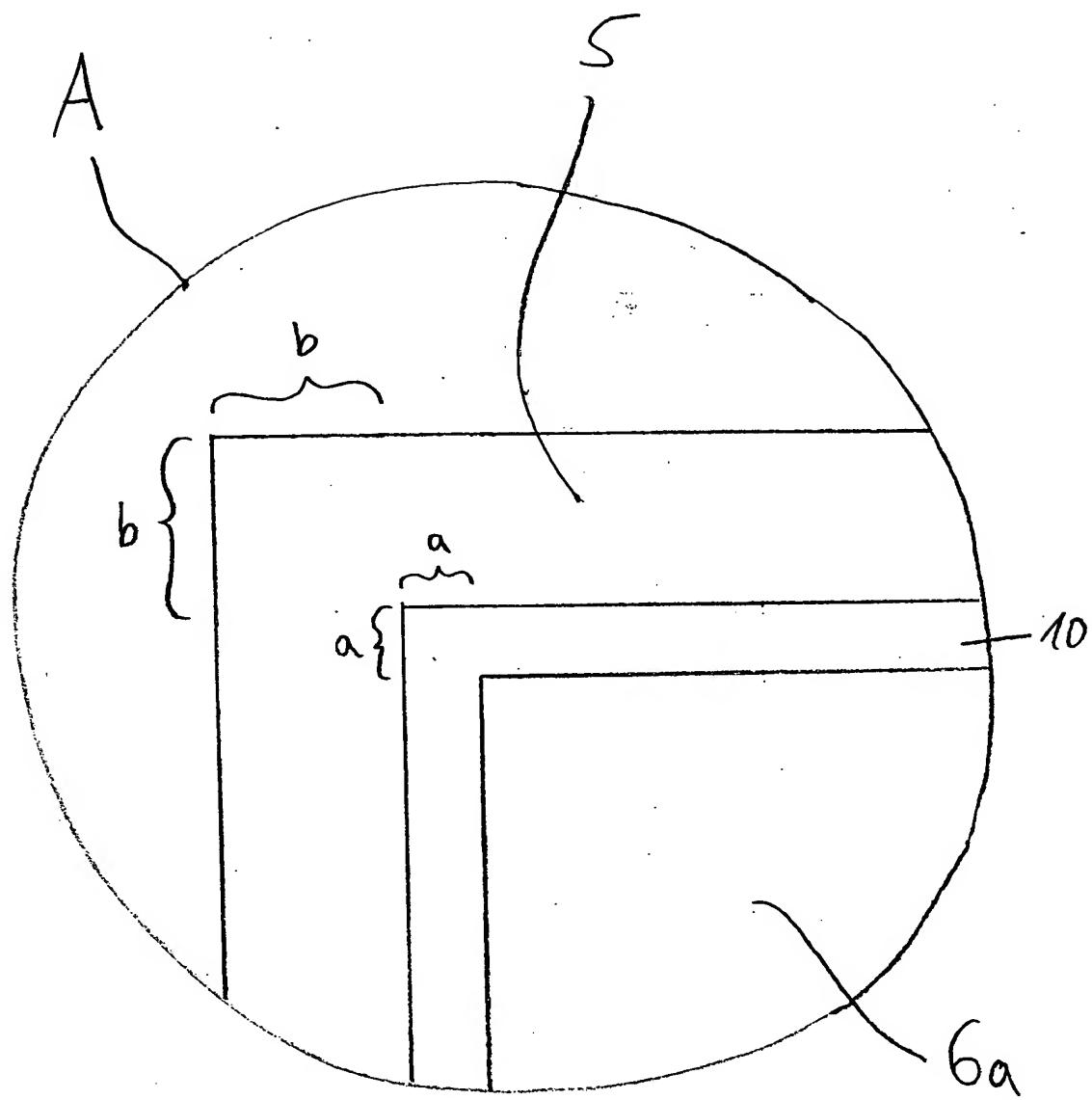


Fig. 3

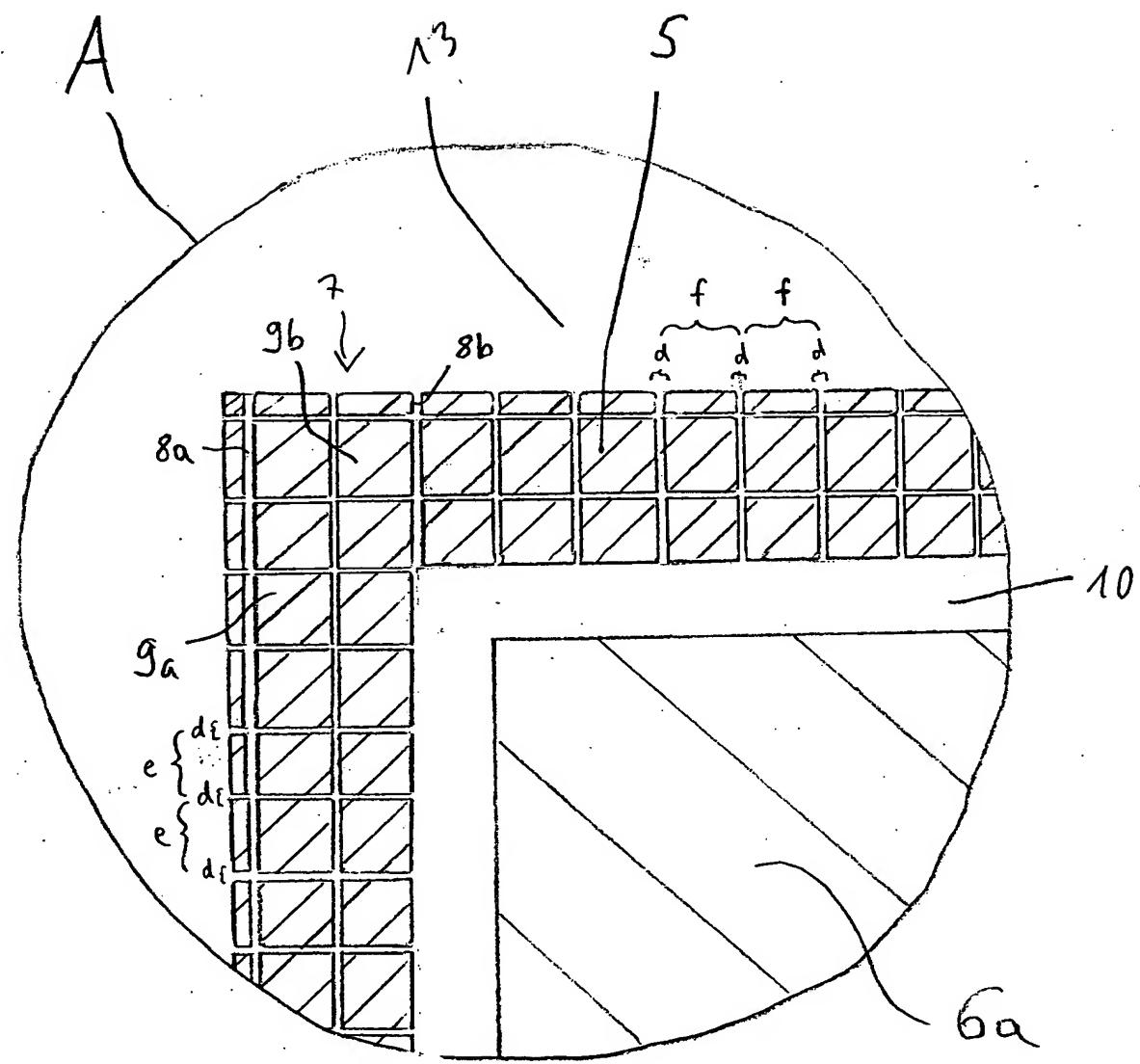


Fig. 4

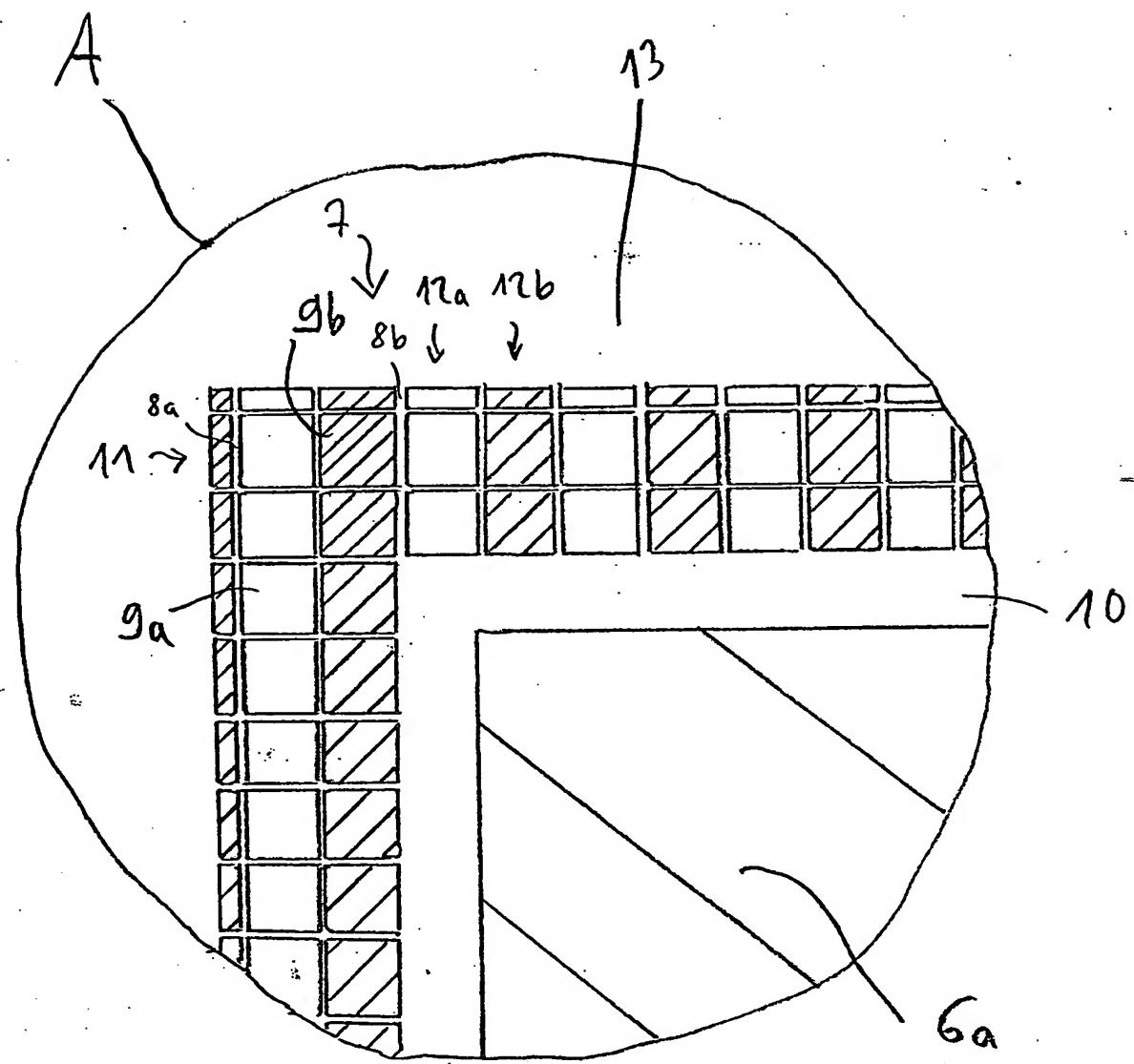


Fig. 5